Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 17, No. 1, Apr. May. 2021, p. 69- 81

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۷، شماره ۱، فروردین-اردیبهشت ۱۴۰۰ ص.۸۱-۶۹

مقاله علمی- پژوهشی

بررسی اثر افزودن آرد قسمت‌های مختلف سنجد (*Elaeagnus angustifolia*) بر ویژگی‌های کیک اسفنجی بدون گلوتن

نگین زنگنه[۱]- حسن برزگر[۲*]- محمد امین مهرنیا[۳]- محمد نوشاد[۳]- محمد حجتی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۸/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۱/۲۶

چکیده

بیماری سلیاک نوعی بیماری خودایمنی گوارشی است که در اثر مصرف پروتئین گلوتن ایجاد می‌شود و تنها راه درمان این بیماری، استفاده از رژیم غذایی بدون گلوتن می‌باشد. امروزه به‌واسطه توجه و علاقه مصرف‌کنندگان به ویژگی‌های تغذیه‌ای مواد غذایی درخواست برای تولید مواد غذایی فراسودمند افزایش یافته پس برنامه‌ریزی برای تولید فرآورده‌های بدون گلوتن و همچنین بهبود کیفیت آنها با اهمیت است. میوه گیاه سنجد حاوی طیف وسیعی از ترکیبات غذایی مختلف و مفید و دارای خواص درمانی است که از آرد آن می‌توان به‌عنوان یک ماده اولیه عملگرا در تولید محصولات نانوایی برای تولید محصولی باکیفیت و ارزش تغذیه‌ای بهتر و ایجاد تنوع در محصولات استفاده نمود. در این پژوهش، اثر افزودن آرد سنجد به‌عنوان منبع فیبر و املاح معدنی، به شکل آرد هسته سنجد، آرد پوسته و گوشت سنجد و آرد سنجد کامل هر کدام در سه سطح (۵، ۱۰ و ۲۰ درصد بر اساس وزن آرد و یک نمونه شاهد) بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی کیک اسفنجی بدون گلوتن بر پایه آرد ذرت بررسی شد. نتایج نشان داد میزان رطوبت، خاکستر، فیبر و مواد معدنی نمونه‌ها افزایش و میزان چربی، پروتئین، pH و حجم مخصوص نمونه‌های کیک با افزایش درصد آردهای سنجد کاهش یافت. پارامترهای بافت (سفتی، پیوستگی و صمغی شدن) در روزهای ۱، ۷ و ۱۴ روز پس از پخت افزایش سفتی و صمغی شدن و کاهش پیوستگی را نشان داد و اثر آردهای سنجد بر شاخص‌های رنگی (L*، a*، b* و BI) معنی‌دار بود. بیشترین امتیاز ارزیابی حسی را نمونه‌های حاوی ۵ و ۲۰ درصد آرد پوسته و گوشت سنجد کسب کردند.

واژه‌های کلیدی: آرد ذرت، آرد سنجد، سلیاک، فیبر، کیک بدون گلوتن.

مقدمه

بیماری سلیاک یک بیماری حساسیت به گلوتن است که مربوط به التهاب روده کوچک بوده و موجب بدجذبی چندین ماده مغذی مهم و آسیب به غشا مخاطی روده می‌شود. راه درمان مؤثر برای بیماری سلیاک رعایت دقیق یک رژیم غذایی بدون گلوتن در تمام طول زندگی بیمار است که نتایج آن بازسازی بالینی غشا مخاطی می‌باشد. از طرفی، شمار افراد سلیاکی در حال افزایش و تقاضا برای محصولات بدون گلوتن رو به ازدیاد است (قاسمی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶ و صابری و همکاران، ۱۳۹۶). گندم، جو، چاودار و یولاف منابع گلوتن هستند. حساسیت افراد مبتلا به سلیاک را می‌توان ناشی از گلیادین گندم، هوردئین جو، سکالین چاودار و آدنین یولاف دانست (برزگر و زنگنه، ۱۳۹۵). مطالعات اخیر نشان داده است که مصرف محصولات غذایی فراسودمند می‌تواند نقش مؤثری در پیشگیری از بسیاری بیماری‌ها نظیر بیماری‌های قلبی عروقی، سرطان، دیابت و نیز پیری زودرس داشته باشد. غذاهای فراسودمند به فرآورده‌ها و یا افزودنی‌های غذایی اطلاق می‌شود که علاوه بر ارزش تغذیه‌ای خود، در سلامت و بهبود عملکرد فیزیکی و ذهنی بدن به‌طور قابل توجهی تأثیرگذار هستند (ایوبی، ۱۳۹۷). غنی‌سازی کیک به‌عنوان یک میان وعده پرطرفدار یکی از اهداف صنایع نانوایی می‌باشد و فیبرهای غذایی به علت مزایای مصرف آنها مورد توجه متخصصین صنایع غذایی هستند و با توجه به ارتباط بین سلامتی و غذا، تولید غذاهای جدید و سودمند سیر افزایشی داشته‌اند (توان و همکاران، ۱۳۹۶). قسمت اعظم ترکیبات ذرت را آمیلوپکتین تشکیل می‌دهد که تا حدودی می‌تواند خواص گلوتن را شبیه‌سازی نموده و باعث احتباس گازها و افزایش حجم شود (دادور و همکاران، ۱۳۹۷). درخت سنجد، میوه‌های کوچک بیضوی قرمز مایل به قهوه‌ای دارد و در یک جغرافیای وسیع از جمله آسیا، اروپا و آمریکای شمالی رشد می‌کند. سنجد به‌علت دارا بودن فیبر، کربوهیدرات، ویتامین، مواد معدنی، ترکیبات فنلی، آنتی‌اکسیدان‌ها و پروتئین، ارزش تغذیه‌ای بالایی دارد.

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار و استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران
(* - نویسنده مسئول: Email: hbarzegar@asnrukh.ac.ir)
DOI: 10.22067/ifstrj.v17i1.84229

آرد سنجد با محتوای فیبر بالا (۲۰-۳۰ درصد) پتانسیل جذب آب بیشتر و افزایش اثر روی ثبات امولسیونی را نشان می‌دهد (Ozturk *et al.*, 2018). در سنجد، ترکیبات پلی‌ساکاریدی (گلوکز، مانوز، گالاکتوز، فروکتوز، و رامنوز)، فلاونوئیدها، کومارین‌ها، فنل‌کربوکسیلیک‌اسیدها، آمینواسیدها، ساپونین‌ها، کارتنوئیدها، ویتامین‌ها و تانن‌ها وجود دارد. سنجد دارای هفت نوع اسیدفنولیک می‌باشد که در این میان ۴-هیدروکسی بنزوئیک‌اسید در گروه بنزوئیک و کافئیک‌اسید در گروه سینامیک فراوان‌ترین ترکیبات فنلی است و اسید فرولیک در گروه سینامیک و اسیدبنزوئیک در گروه بنزوئیک کم مقدارترین ترکیبات فنلی می‌باشند. همچنین در سنجد، ویتامین‌های A، C، E و K شناسایی شده‌اند (وطن‌دوست و همکاران، ۱۳۹۴). در سیستم پزشکی سنتی، از سنجد برای درمان آسم، عفونت، اسهال، تب، نفخ، زردی، تهوع، تشنج، بیماری‌های ادراری و استفراغ استفاده می‌شود. اثر ضددرد بودن آن نیز گزارش شده است (خاکی‌ریزی و همکاران، ۱۳۹۱). ساختار آردی، خواص عملگرایی و طعم ویژه، وجود فیبر رژیمی، مواد معدنی و ترکیبات فنولیک در آرد سنجد موجب می‌شود از این آرد به‌عنوان یک ماده اولیه عملگرا در تولید محصولات نانوایی، ماست، بستنی، غذای کودک، شکلات و شیرینی استفاده شود. همچنین با افزایش تقاضای محصولات سالم وعملگرا، بهبود عملگرایی مواد غذایی با اصلاح ترکیب تغذیه‌ای آنان رو به افزایش است (Sahan *et al.*, 2015). تحقیقات متنوعی روی تأثیر افزودن پودر سنجد به محصولات پخت انجام شده است که نشان می‌دهد افزایش میزان آرد سنجد در فرمولاسیون کیک روغنی، منجر به کاهش میزان ویسکوزیته خمیر، حجم، چربی، پروتئین و pH کیک شده ولی میزان فیبر کیک افزایش می‌یابد (زارع و همکاران، ۱۳۹۵). ارزیابی حسی و بافتی کلوچه‌های غنی شده با آرد سنجد در بررسی Sahan و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد که غنی‌سازی آرد کلوچه با آرد سنجد، محتوای فیبر خام را افزایش و کالری محصول نهایی تولیدی را کاهش داده و سطح محصول را تیره کرد. نتایج پژوهش ایوبی (۱۳۹۷) نشان داد که استفاده از پودر سنجد در کیک فنجانی تا سطح ۱۰ درصد، تأثیر نامطلوب بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی این نوع کیک نداشته و خواص حسی محصول را نیز حفظ می‌کند. مشاهدات نشان داد که جایگزین کردن آرد گندم با پودر سنجد در فرمولاسیون کیک، افت وزنی کیک و امتیازات حسی را کاهش داد و سبب افزایش دانسیته، رطوبت، سفتی بافت، قرمزی و اندیس قهوه‌ای شدن پوسته و بافت مغز کیک شد. همچنین Drabnska و همکاران (۲۰۱۷) پودر برگ کلم بروکلی را به کیک اسفنجی بدون گلوتن افزوده و به این نتیجه رسیدند که پودر برگ کلم بروکلی می‌تواند ارزش تغذیه‌ای و اثر سلامتی بخشی کیک بدون گلوتن را افزایش دهد. در تحقیقی صابری و همکاران (۱۳۹۶) کیک اسفنجی بدون گلوتن مخلوط آرد نخودچی و آرد برنج حاوی صمغ گوار و زانتان را تولید و ویژگی‌های کیفی آن را بررسی کردند نتایج نشان داد با افزایش میزان آرد نخودچی میزان پروتئین، رطوبت و حجم مخصوص نمونه‌های کیک افزایش یافت. با توجه به نیاز بیماران سلیاکی کشور به فرآورده‌های فاقد گلوتن، هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر فیبر، مواد معدنی و سایر منابع ارزشمند موجود در آرد سنجد بر ارزش تغذیه‌ای و و ویژگی‌های کیفی کیک بدون گلوتن بر پایه آرد ذرت بود.

مواد و روش‌ها

آرد ذرت (آرد ترخینه، تهران)، شکر (زرین البرز)، وانیل (برتر)، بکینگ پودر (Tiara)، تخم‌مرغ (تلاونگ)، روغن مایع آفتابگردان (لادن) و میوه سنجد از فروشگاه آجیل و خشکبار در شهرستان اهواز تهیه گردید. پس از تمیز کردن و جداسازی ناخالصی‌های سنجد، پوسته، هسته و گوشت آن کاملا از هم تفکیک و به‌صورت جداگانه آسیاب و با الک، مش ۳۵ الک شد سپس در کیسه‌های زیپ‌دار پلی‌اتیلنی در دمای محیط نگهداری شد. پودر سنجد به سه شکل پودر هسته سنجد، پودر پوسته و گوشت سنجد و پودر سنجد کامل با نسبت‌های ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد، جایگزین آرد ذرت در فرمولاسیون کیک بدون گلوتن شد. آماده‌سازی خمیر کیک به روش شکر-خمیر و با استناد به پژوهش نورمحمدی و همکاران (۱۳۹۰) با تغییراتی در سه مرحله، ابتدا با جدا کردن سفیده و زرده تخم‌مرغ آغاز شد، در مرحله دوم سفیده تخم‌مرغ به مدت دو دقیقه با دور تند همزن زده شد تا به‌صورت خامه‌ای درآمد و در مرحله آخر زرده با دور تند همزن هم زده شد و در حین همزدن، وانیل، شکر، سپس آب و روغن و در انتها مخلوط آردها و بکینگ پودر الک شده و سفیده تخم‌مرغ هر کدام جداگانه به زرده اضافه شد. سپس ۵۰ گرم خمیر کیک در قالب کاپ کیک ریخته شد و در فر ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۰ دقیقه کیک پخته شد. پس از سرد شدن در دمای محیط در کیسه‌های پلی‌اتیلنی بسته‌بندی شده و پس از نگهداری به‌مدت ۱، ۷ و ۱۴ روز در دمای محیط آزمون‌های مختلف روی نمونه‌های کیک انجام شد.

آزمون‌های فیزیکوشیمیایی آرد و کیک

آزمون‌های آرد

رطوبت آرد ذرت براساس استاندارد AACC ۴۴-۳۱، خاکستر آرد ذرت بر اساس استاندارد AACC ۰۸-۰۱، رطوبت آردهای سنجد بر اساس استاندارد AOAC ۴۰-۹۲۵، خاکستر آردهای سنجد مطابق استاندارد AOAC ۹۵۰-۴۹، pH آردها مطابق استاندارد ۵۲-۰۲ AACC، اندازه‌گیری مواد معدنی مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۹۲۶۶، اندازه‌گیری کلسیم مطابق استاندارد ملی ایران به شماره۸۶۵۲،

خواص آنتی‌اکسیدانی مطابق روش Jogihali و همکاران (۲۰۱۷) با اندکی تغییرات، میزان فنل کل مطابق روش Sharma و Gujral (۲۰۱۱)، میزان پروتئین مطابق استاندارد AACC ۴۶-۱۲، میزان فیبر مطابق استاندارد AACC ۳۲-۱۷ و میزان چربی بر اساس استاندارد AACC ۳۰-۱۰ اندازه‌گیری شد.

جدول ۱- درصد ترکیبات در فرمولاسیون کیک بدون گلوتن

تیمار	آرد ذرت (g)	آرد قسمت‌های مختلف سنجد (g)	شکر (g)	تخم‌مرغ (g)	بیکینگ پودر (g)	وانیل (g)	آب (g)	روغن (g)
شاهد	۲۵	۰	۲۰	۳۲/۲۵	۰/۵	۰/۲۵	۱۲	۱۰
٪۵	۲۳ /۷۵	۱/۲۵	۲۰	۳۲/۲۵	۰/۵	۰/۲۵	۱۲	۱۰
٪۱۰	۲۲ /۵۰	۲/۵۰	۲۰	۳۲/۲۵	۰/۵	۰/۲۵	۱۲	۱۰
٪۲۰	۲۰	۵	۲۰	۳۲/۲۵	۰/۵	۰/۲۵	۱۲	۱۰

آزمون‌های کیک

اندازه‌گیری رطوبت

میزان رطوبت نمونه‌های کیک اسفنجی در روزهای اول، هفتم و چهاردهم مطابق استاندارد AACC ۴۴-۱۶ اندازه‌گیری شد.

pH نمونه‌های کیک

pH نمونه‌های کیک طبق استاندارد AACC ۵۲-۰۲ توسط pH متر (Metrohm، ۸۲۷، سوئیس) اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری خاکستر

میزان درصد خاکستر نمونه‌های کیک اسفنجی مطابق استاندارد AACC ۰۱-۰۸ با کوره الکتریکی (Amalgams، ایران) در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد تعیین شد.

میزان چربی

اندازه‌گیری چربی در دستگاه استخراج چربی اتوماتیک (Soxhlet SOX 406) طبق استاندارد AACC ۳۰-۱۰ انجام شد.

میزان پروتئین

اندازه‌گیری پروتئین کیک‌ها مطابق استاندارد AACC ۴۶-۱۲ و در دستگاه کلدال نیمه اتوماتیک (Auto Analyser 130 Tecator CO) شامل سه مرحله هضم، تقطیر و تیتراسیون و ضریب پروتئین ۶/۲۵ انجام شد.

آزمون فیبر

میزان فیبر نمونه‌ها مطابق استاندارد AACC ۳۲-۱۷ (دستگاه فایبرتک Velp، ایتالیا) استفاده شد. ابتدا نمونه به‌وسیله پترلیوم اتر چربی‌گیری شد، ۳ گرم نمونه درون کروسیبل دستگاه ریخته شد و ۲۰۰میلی‌لیتر اسیدسولفوریک ۰/۲۵۵ نرمال به آن افزوده شد. پس از ۳۰ دقیقه جوشیدن اسید به‌وسیله خلاء دستگاه تخلیه گردید. مجدداً به مواد داخل کروسیبل، ۲۰۰ میلی لیتر محلول سود اضافه و به مدت ۳۰ دقیقه جوشانده شد و مخلوط حاصله تحت خلاء دستگاه تخلیه گردید. کروسیبل تا رسیدن به وزن ثابت در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد و پس از توزین، درون کوره ۵۵۰ درجه‌سانتی‌گراد قرار گرفت و نمونه‌ها به خاکستر تبدیل شد. پس از سرد شدن، کروسیبل توزین گردید و میزان فیبر بااستفاده از رابطه زیر به‌دست آمد.

(۱) ۱۰۰× (وزن نمونه/ وزن کروسیل خاکستر پس از کوزه‌گذاری– وزن کروسیل حاوی نمونه پس از آون‌گذاری)= درصد فیبر

اندازه‌گیری مواد معدنی

اندازه‌گیری آهن، روی و مس

اندازه‌گیری عناصر آهن، روی و مس طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۹۲۶۶ عناصر معدنی مواد غذایی، توسط دستگاه طیف‌سنجی نوری جذب اتمی با شعله صورت پذیرفت.

اندازه‌گیری کلسیم

اندازه‌گیری مقدار کلسیم مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۸۶۵۲ به روش تیتراسیون با EDTA با اندکی تغییرات انجام شد.

اندازه‌گیری حجم مخصوص

در این آزمون حجم کیک به روش جایگزینی با دانه ارزن طبق استاندارد AACC ۱۰-۵۰ اندازه‌گیری شد و حجم مخصوص کیک از طریق نسبت حجم به وزن کیک محاسبه شد.

ارزیابی ویژگی‌های بافت کیک

بافت کیک در روزهای ۱، ۷ و ۱۴ بر اساس استاندارد ۰۹-۷۴ AACC با اندکی تعییرات با استفاده از دستگاه بافت‌سنج -TA-XT PLUS) Micro stable system، انگلستان) اندازه‌گیری شد. آنالیز TPA بافت شامل چندین فاکتور متفاوت مانند پیوستگی، حالت صمغی و سفتی است. برای این آزمون قطعه مکعبی شکل از نمونه به

ابعاد ۲ سانتی‌متر از مغز کیک جدا شد. قطر پروب دستگاه ۳۶ میلی‌متر در نظر گرفته شد. پروب با سرعت ۵۰ میلی‌متر در دقیقه به نمونه برخورد و به میزان ۵۰ درصد سبب فشردگی گردید، پس از ۱۰ ثانیه دوباره با همان سرعت به نمونه فشار وارد کرد. نیرو در نقطه ماکزیمم پیک اول منحنی به عنوان سفتی بافت در نظر گرفته شد. نسبت محدوده پیک مثبت دوم به محدوده پیک مثبت اول به‌عنوان پیوستگی کیک در نظر گرفته شد و میزان چسبندگی از حاصلضرب سفتی در پیوستگی به‌دست آمد (ایوبی، ۱۳۹۷).

ارزیابی رنگ

تغییرات رنگ پوسته نمونه‌های کیک با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج هانترلب (کونیکامینولتا. CR-400، ژاپن) اندازه‌گیری شد. شاخص‌های اندازه‌گیری شامل فاکتورهای L، a، b و BI (اندیس قهوه‌ای شدن) بود. که شاخص L معرف میزان روشنی و تیرگی سطح و دامنه آن از صفر (سیاه خالص) تا ۱۰۰ (سفید خالص) متغیر است. شاخص a میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های سبز و قرمز را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (سبز خالص) تا ۱۲۰+ (قرمز خالص) متغیر است. شاخص b میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های آبی و زرد را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (آبی خالص) نا ۱۲۰+ (زرد خالص) متغیر است. و شاخص BI که طبق فرمول زیر محاسبه شد (ایوبی، ۱۳۹۷).

$$BI = \frac{100(x-0.31)}{0.17} \qquad (۲)$$

$$x = \frac{(a+1.75 \times L)}{5.645 \times L + a - 3.012b} \qquad (۳)$$

ارزیابی حسی

ویژگی‌های حسی نمونه‌های تولید شده در این پژوهش توسط ۱۰ آزمونگر در روز تولید مورد ارزیابی قرار گرفت. پارامترهای حسی شامل رنگ (شدت، شفافیت و کدورت رنگ ظاهری پوسته کیک)، بافت (سفتی و نرمی به هنگام جویدن)، عطر و بو (میزان احساس عطر مطلوب در تست بویایی)، طعم و مزه (میزان درک طعم مطلوب در تست چشایی)، قابلیت جویدن (تعداد دفعات جویدن برای آماده ساختن نمونه جهت بلع) و پذیرش کلی (میزان پذیرش محصول با در نظر گرفتن سایر ویژگی‌های حسی) بودند. ارزیابی صفات حسی با مقیاس هدونیک ۵ نقطه‌ای (۱ بسیاربد، ۲ بد، ۳ متوسط، ۴ خوب و ۵ بسیار خوب) صورت پذیرفت (زارع و همکاران، ۱۳۹۵).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

تحلیل داده‌ها بر اساس طرح کاملا تصادفی انجام شد، ابتدا آنالیز واریانس و سپس آزمون مقایسه میانگین تکرارها در قالب آزمون دانکن و در سطح معنی‌داری ۵ درصد (p<۰/۰۵) مورد مقایسه قرار گرفت. ارزیابی آماری پارامترهای مورد ارزیابی با نرم‌افزار SPSS و همچنین رسم نمودارها توسط نرم‌افزار اکسل انجام شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های آرد ذرت و آرد قسمت‌های مختلف سنجد مورد استفاده در این تحقیق در جدول ۲ آورده شده است.

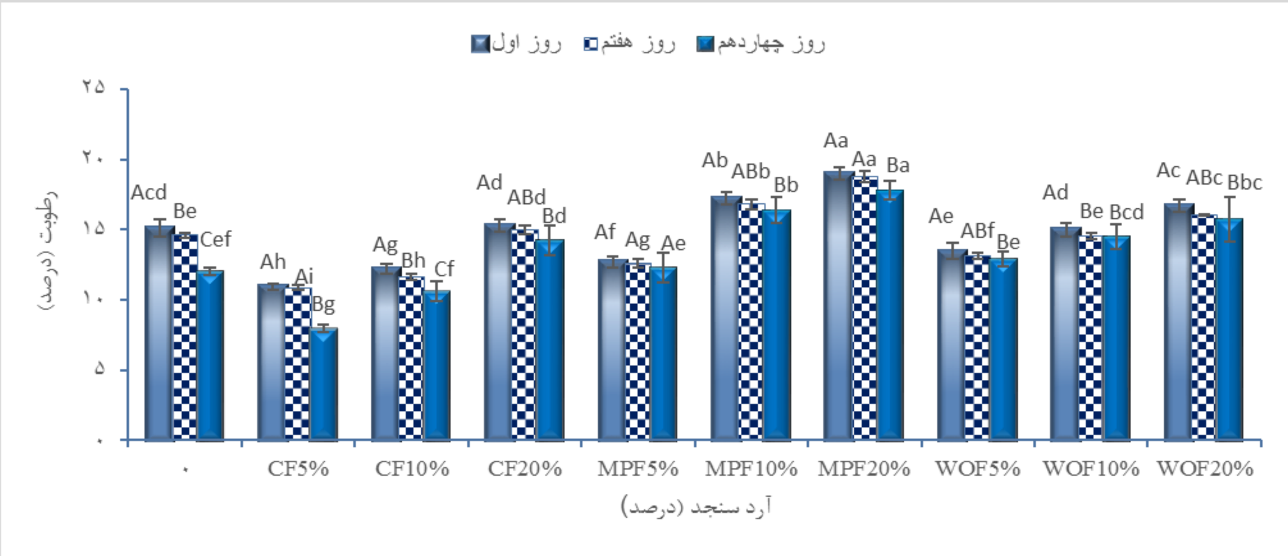
جدول ۲- ویژگی‌های آرد ذرت و آرد سنجد مورد استفاده در تهیه کیک

	آرد ذرت	آرد هسته سنجد	آرد پوسته و گوشت سنجد	آرد سنجد کامل
رطوبت (٪)	۱۰/۳۸±۰/۰۸^{a}	۴/۱۳±۰/۱^{d}	۶/۳۵±۰/۱۸^{b}	۵/۸۶±۰/۲^{c}
خاکستر (٪)	۰/۴۵±۰/۰۸^{d}	۰/۹۷±۰/۰۴^{c}	۱/۲۳±۰/۰۵۷^{b}	۱/۴۱±۰/۰۲۸^{a}
pH	۵/۳۷±۰/۰۳^{a}	۵/۰۳±۰/۰۰۵^{b}	۴/۸۰±۰/۰۰۵۷^{d}	۴/۸۴±۰/۰۰۵۷^{c}
مس (ppm)	۰/۳۴±۰/۰۰۵^{d}	۰/۶۵±۰۰۰^{c}	۰/۶۷±۰۰۰^{b}	۰/۷۴±۰/۰۰۵^{a}
آهن (ppm)	۰/۷۱±۰/۰۰۱^{d}	۱/۴۶±۰/۰۰۵^{c}	۲/۸۳±۰/۰۰۵^{a}	۲/۶۸±۰/۰۰۵^{b}
روی (ppm)	۰/۷۵±۰/۰۰۵^{d}	۰/۹۳±۰/۰۱۱^{c}	۱/۴۱±۰/۰۱۰^{b}	۱/۹۰±۰/۰۱۱^{a}
کلسیم (ppm)	۰/۳۵±۰/۰۰۵^{b}	۰/۳±۰/۰۲۳^{c}	۰/۴۱±۰/۰۱^{a}	۰/۳۵±۰/۰۰۵^{b}
آنتی‌اکسیدان (٪)	۳۷/۱۲±۰/۱۴۱^{d}	۷۰/۴۶±۰/۵۶۹^{a}	۵۴/۵۵±۱/۱۶^{c}	۵۷/۵۸±۰/۶۵۰^{b}
فنل کل (mg/g)	۰/۴۷۴±۰/۰۲۹^{d}	۱/۴۴۱±۰/۰۰۸^{a}	۰/۹۸۳±۰/۰۰۵^{c}	۱/۲۴۰±۰/۰۱۰^{b}
پروتئین (٪)	۷/۳۹±۰/۳۸۵^{a}	۴/۴۱±۰/۵۰۴^{b}	۴/۷۵±۰/۵۳۵^{b}	۴/۶۹±۰/۳۶۰^{b}
فیبر (٪)	۱/۶۶۶±۰/۰۳۰^{d}	۳۱/۰۴±۰/۱۷۲^{a}	۴/۹۹۶±۰/۰۴۹^{c}	۱۱/۱۸±۰/۰۲۵^{b}
چربی (٪)	۷/۹۴±۰/۱۲^{a}	۳/۹۶±۰/۰۲^{d}	۴/۷۱±۰/۰۲^{bc}	۴/۵۶±۰/۱۷^{bc}

حروف متفاوت در هر سطر از لحاظ آماری، بیانگر اختلاف معنی دار (p<۰/۰۵) هستند.

رطوبت

همانطور که در شکل ۱نشان داده شده است، نمونه‌های حاوی آرد سنجد، در روزهای اول، هفتم و چهاردهم، دارای محتوای رطوبت بالاتری نسبت به نمونه شاهد بودند و با افزایش درصد آرد سنجد محتوای رطوبت نمونه‌ها افزایش یافت. بیشترین میزان رطوبت در بین نمونه‌ها مربوط به نمونه حاوی آرد پوسته و گوشت سنجد بود. این اختلاف، در مقادیر رطوبت نمونه‌ها ناشی از ترکیبات جاذب الرطوبه موجود در پودر سنجد یعنی فیبر و ترکیبات قندی می‌باشد فیبرها به‌طور مشخص به خواص هیدراتاسیون کمک می‌کنند، که باعث افزایش تعاملات آب از طریق پیوند هیدروژنی می‌شود. این ترکیبات با جذب بیشتر و قدرت نگهداری آب، از خروج رطوبت پس از فرآیند پخت در محصول حاصله ممانعت می‌کنند (وطن‌دوست و همکاران، ۱۳۹۴) و (Sahan *et al.*, 2015). در همین راستا در پژوهشی گزارش شد کنجاله کنجد به دلیل دارا بودن فیبر بالا و داشتن گروه‌های هیدروکسیل آزاد در ساختار کنجاله کنجد و توانایی در پیوند با مولکول‌های آب قادر به افزایش رطوبت در محصول نهایی است (توان و همکاران، ۱۳۹۶). افزایش رطوبت ناشی از افزودن پودر سنجد به کیک با نتایج وطن‌دوست و همکاران (۱۳۹۴) و ایوبی (۱۳۹۷) مطابقت دارد.



شکل ۱- تأثیر جایگزینی سطوح و درصدهای مختلف آرد سنجد بر میزان رطوبت کیک در روزهای ۱، ۷ و ۱۴ روز پس از پخت

حروف بزرگ اختلاف معنی دار($p<0/05$) در روزهای مختلف و حروف کوچک اختلاف معنی دار در یک روز را نشان می‌دهند.

CF: آرد هسته سنجد MPF: آرد پوسته و گوشت سنجد WOF: آرد سنجد کامل

تأثیر افزودن آرد سنجد بر میزان pH نمونه‌های کیک

داده‌های به‌دست آمده برای pH، در محدوده ۵/۹۵ تا ۶/۵۷ است که در جدول ۳ آمده است. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که نمونه‌ی شاهد از نظر pH دارای بیشترین مقدار بود، کمترین مقدار مربوط به نمونه حاوی ۲۰ درصد آرد سنجد کامل بود. علت این کاهش را می‌توان به کاهش تحرک یون‌های هیدروژن و همچنین کمتر بودن میزان پروتئین آرد سنجد نسبت به آرد ذرت نسبت داد (زارع و همکاران، ۱۳۹۵). در هر سه نوع آرد سنجد کامل، آرد پوسته و گوشت و آرد هسته سنجد با افزایش درصد آرد، pH نمونه‌ها کاهش پیدا کرد.

خاکستر کیک

تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش ارزیابی خاکستر جدول ۳ نشان داد که افزودن آردهای سنجد بر میزان خاکستر نمونه‌ها تأثیر معنی‌دار داشت. با افزایش درصد آرد سنجد میزان خاکستر نمونه‌ها افزایش پیدا کرد. به‌دلیل میزان بالای مواد معدنی موجود در آرد سنجد نسبت به آرد ذرت، محتوای خاکستر افزایش یافته است. بیشترین خاکستر را نمونه حاوی ۲۰ درصد هسته سنجد و کمترین خاکستر مربوط به نمونه ۵٪ پوسته و گوشت سنجد می‌باشد.

چربی کیک

مقایسه چربی کیک‌ها در جدول ۳ نشان داد با افزایش میزان آرد سنجد در فرمولاسیون نمونه‌های کیک، میزان چربی کاهش پیدا کرد. کمترین میزان چربی مربوط به نمونه ۲۰ درصد آرد هسته سنجد بود زیرا آرد هسته سنجد از لحاظ چربی از سایر قسمت‌های آرد سنجد ضعیف‌تر است. علت این امر کمتر بودن میزان چربی در تمامی قسمت‌های آرد سنجد نسبت به آرد ذرت می‌باشد. این نتایج با نتایج پژوهش زارع و همکاران (۱۳۹۵) که اثر آرد سنجد را بر روی کیک بر

پایه آرد گندم بررسی کردند، مطابقت داشت. در تحقیقی دیگر پژوهشگران گزارش کردند با افزایش آرد سنجد میزان چربی موجود در دونات افزایش یافت که به دلیل بالاتر بودن چربی آرد سنجد از آرد گندم است که با نتایج این پژوهش مغایرت داشت (مهربان سنگ آتش و همکاران، ۱۳۹۲). همچنین غنی سازی ماست با آرد سنجد نیز میزان چربی نمونه‌ها را افزایش داد (Ozturk *et al.*, 2018).

پروتئین کیک

نتایج آنالیز میزان پروتئین نمونه‌های کیک در جدول ۳ نشان داد که اثر افزودن آرد سنجد بر میزان پروتئین تیمارها معنی‌دار بوده است و با افزایش درصد آرد سنجد، درصد پروتئین تیمارها کاهش یافت. بیشترین میزان پروتئین مربوط به نمونه شاهد و کمترین درصد پروتئین را نمونه ۲۰ درصد آرد هسته سنجد داشت. در تمامی تیمارها با افزایش درصد آرد سنجد میزان درصد پروتئین کاهش یافت. نتایج این بخش با نتایج زارع و همکاران (۱۳۹۵) که با افزودن آرد سنجد در فرمولاسیون کیک روغنی شاهد کاهش میزان پروتئین در کیک بودند مطابقت داشت علت این امر کمتر بودن میزان پروتئین در آرد سنجد نسبت به آرد گندم بود و بدین ترتیب با افزایش جایگزینی میزان آرد سنجد در فرمول کیک میزان پروتئین کاهش یافت. همچنین Sahan و همکاران (۲۰۱۳) بیان داشتند که با افزایش میزان آرد سنجد در فرمولاسیون کلوچه میزان پروتئین کاهش یافت.

تأثیر افزودن آرد سنجد بر میزان فیبر کیک

فیبر به علت دارا بودن قطعات هیدروفیلی و سلولز بالا جز ترکیبات مفید تغذیه‌ای انسان محسوب می‌شود و موجب بهبود خصوصیات کیفی شده و عمر ماندگاری محصول را افزایش می‌دهد (Sahan *et al.*, 2015). تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست آمده در جدول (۲-۴) نشان داد که جایگزینی آرد ذرت با آرد سنجد بر میزان فیبر کیک تاثیر معنی‌دار ($p<0/05$) داشت. نمونه‌ی شاهد از نظر فیبر کمترین مقدار را داشت و با افزایش میزان آرد سنجد در فرمولاسیون کیک، مقدار فیبر نمونه‌ها افزایش یافت. میزان فیبر در قسمت‌های مختلف آرد سنجد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار دارد. در میان نمونه‌های کیک، بیشترین میزان فیبر را نمونه‌های حاوی آرد هسته سنجد داشتند. توان و همکاران (۱۳۹۶) با مطالعه اثر افزودن کنجاله کنجد و پلی‌ساکاریدهای محلول در آب سویا بر ویژگی‌های نان بربری افزایش فیبر در نمونه‌های تولیدی نسبت به نمونه شاهد را گزارش دادند همچنین زارع و همکاران (۱۳۹۵) طی تحقیقی اثر آرد سنجد بر ویژگی‌های کیک روغنی افزایش مقدار فیبر با افزایش آرد سنجد را گزارش دادند که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت.

جدول۳ - نتایج جایگزینی سطوح و درصدهای مختلف آرد سنجد بر pH، خاکستر، چربی، پروتئین و فیبر کیک

تیمار	pH	خاکستر	چربی	پروتئین	فیبر
شاهد	۶/۵۷±۰/۰۱^{a}	۰/۳۴±۰/۰۴^{d}	۲۵/۷۷±۰/۴۶۴^{a}	۴/۳۸±۰/۱۰۵^{a}	۰/۱۵±۰/۰۲^{i}
CF ٪۵	۶/۱۷±۰/۰۱^{f}	۰/۳۴±۰/۰۰۵^{d}	۲۱/۸۰±۰/۱۰^{e}	۴/۰۷±۰/۰۶^{cd}	۲/۷۹±۰۰^{d}
CF٪۱۰	۶/۱۳±۰/۰۰۵^{g}	۰/۳۸±۰/۰۰۵^{cd}	۲۰/۸۴±۰/۱۶۷^{f}	۳/۹۴±۰/۰۴۵^{e}	۳/۴۱±۰۰^{b}
CF ٪۲۰	۶/۱۲±۰/۰۰۵^{g}	۰/۶±۰/۰۸۶^{a}	۱۹/۳۵±۰/۰۹۲^{h}	۳/۸۱±۰/۰۲۶^{f}	۴/۳۳±۰۰^{a}
MPF٪۵	۶/۳۸±۰/۰۲۵^{b}	۰/۲۷±۰/۲۵^{e}	۲۴/۴۲±۰/۱۹۴^{b}	۴/۲۴±۰/۰۵۸^{b}	۱/۰۶±۰۰^{i}
MPF٪۱۰	۶/۲۸±۰/۰۰۵^{c}	۰/۴±۰۰^{cd}	۲۳/۷۸±۰/۱۳۵^{c}	۴/۱۵±۰/۰۷۷^{bc}	۱/۲۰±۰۰^{h}
MPF٪۲۰	۶/۱۸±۰/۰۱^{f}	۰/۵۷±۰/۲۵^{a}	۲۲/۶۴±۰/۴۵۳^{d}	۴/۱۱±۰/۰۶۴^{c}	۱/۳۲±۰۰^{g}
WOF٪۵	۶/۲۲±۰۰۰^{d}	۰/۳۹±۰/۰۰۵^{cd}	۲۲/۸۳±۰/۰۳۰^{d}	۴/۱۴±۰/۰۵۱^{bc}	۱/۵۴±۰۰^{f}
WOF٪۱۰	۶/۱۹±۰۰۰^{c}	۰/۴۴±۰/۰۰۵^{bc}	۲۱/۱۳±۰/۱۵۳^{f}	۳/۹۹±۰۰۰^{de}	۲±۰۰^{e}
WOF٪۲۰	۶/۱۷±۰۰۰^{f}	۰/۴۶±۰/۰۲۸^{b}	۲۰/۳۶±۰/۱۸۵^{g}	۳/۹۵±۰۰۰^{e}	۲/۹۵±۰۰^{c}

حروف متفاوت در هر ستون از لحاظ آماری، بیانگر اختلاف معنی دار ($p<0/05$) هستند.

CF: آرد هسته سنجد   MPF: آرد پوسته و گوشت سنجد   WOF: آرد سنجد کامل

مواد معدنی

جدول ۴ نتایج آنالیز میانگین تیمارهای تهیه شده از سطوح و درصدهای مختلف آرد سنجد را نشان می‌دهد. عناصر معدنی روی و مس در نمونه‌های حاوی آرد سنجد کامل، بالاتر از نمونه‌های دیگر بود و میزان عناصر معدنی آهن و کلسیم در نمونه‌های حاوی آرد پوسته و گوشت سنجد، بیشترین مقدار را داشت. نتایج پژوهش تأثیر معنی‌دار ($p<0.05$) درصدهای مختلف آرد سنجد بر نمونه‌های کیک را تأیید کرد و نمونه‌های حاوی ۲۰ درصد آرد سنجد بیشترین میزان عناصر معدنی را به خود اختصاص دادند. و عنصر آهن در بین عناصر اندازه‌گیری شده بالاترین میزان را در تمامی سطوح آرد سنجد نشان

داد. تفاوت مواد معدنی در کیک‌های حاوی قسمت‌های مختلف آرد سنجد به دلیل تفاوت میزان مواد معدنی در قسمتهای مختلف سنجد است که در جدول ۲ آورده شد که نتایج این پژوهش با نتایج Sahan و همکاران (۲۰۱۵) و Ullah Khan و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت داشت.

جدول ٤- نتایج جایگزینی سطوح و درصدهای مختلف آرد سنجد بر مواد معدنی کیک

تیمار	آهن	کلسیم	روی	مس
شاهد	۰/۰±۶۸/۰۰۵^{i}	۰/۱۵±۰/۰۲^{h}	۰/۷۱±۰/۰۱۱^{g}	۰/۳۱±۰/۰۰۷^{h}
CF٪۵	۰/۷۱±۰/۰۰۵^{i}	۰/۲۰±۰/۰۱^{g}	۰/۵۸±۰/۰۱۱^{i}	۰/۴۲±۰/۰۰۵^{g}
CF٪۱۰	۰/۹۹±۰/۰۰۵^{h}	۰/۲۳±۰/۰۱^{g}	۰/۶۸±۰/۰۱۵^{h}	۰/۴۸±۰/۰۰۵^{e}
CF٪۲۰	۱/۱۷±۰/۰۰۵^{g}	۰/۲۸±۰/۰۲^{f}	۰/۸۲±۰/۰۱۱^{f}	۰/۶۲±۰/۰۰۵^{b}
MPF٪۵	۲/۰۸±۰/۰۱۷^{e}	۰/۲۸±۰/۰۲^{c}	۱/۰۶±۰/۰۴^{e}	۰/۴۶±۰/۰۰۵^{f}
MPF٪۱۰	۲/۳۸±۰/۰۱۷^{c}	۰/۴۵±۰/۰۱^{b}	۱/۱۹±۰۰^{d}	۰/۵۰±۰/۰۰۵^{d}
MPF ۲۰٪	۲/۷۲±۰/۰۱۷^{a}	۰/۴۸±۰/۰۱^{a}	۱/۲۲±۰۰^{c}	۰/۶۱±۰/۰۰۵^{bc}
WOF٪۵	۲/۰۳±۰/۰۵۱^{f}	۰/۲۸±۰/۰۱^{f}	۱/۲۲±۰۰^{c}	۰/۵۱±۰/۰۰۵^{d}
WOF٪۱۰	۲/۱۸±۰/۰۵۲^{d}	۰/۳۱±۰/۰۰۵^{e}	۱/۵۲±۰/۰۱۵^{b}	۰/۶۰±۰/۰۰۵^{c}
WOF ٪۲۰	۲/۶۰±۰/۰۲۰^{b}	۰/۳۴±۰/۰۰۵^{d}	۱/۸۱±۰/۰۱۱^{a}	۰/۷۱±۰/۰۰۵^{a}

حروف متفاوت از لحاظ آماری، بیانگر اختلاف معنی دار ($p<۰/۰۵$) هستند.

CF: آرد هسته سنجد   MPF: آرد پوسته و گوشت سنجد   WOF: آرد سنجد کامل

حجم مخصوص کیک

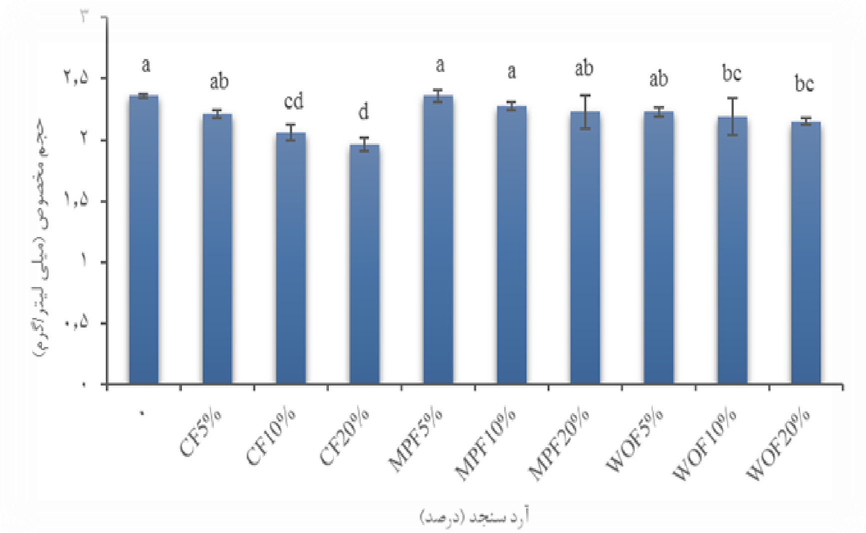
همان‌طور که از شکل ۲ مشاهده می‌شود با افزودن آرد سنجد از حجم نمونه‌ها کاسته شد به گونه‌ای که نمونه‌ای که شامل ۲۰ درصد آرد سنجد کامل بود کمترین حجم مخصوص را داشت. می‌توان گفت کمترین حجم مخصوص مربوط به نمونه‌های آرد سنجد کامل سپس نمونه‌های حاوی آرد هسته سنجد و در آخر بیشترین حجم مخصوص مربوط به نمونه‌های پوسته و گوشت سنجد بود. حجم کیک نشان‌دهنده‌ی میزان هوا، بخارآب تولید شده، دی‌اکسیدکربن و میزان تغییرات آن در طول پخت خمیر کیک می‌باشد. افزودن آرد سنجد، به دلیل حضور فیبر موجود در هسته و پوسته آن نسبت به گوشت سنجد، در ترکیب کیک باعث کاهش در حجم ویژه کیک گردید و اما پوسته و گوشت سنجد به دلیل فیبر کمتر نسبت به هسته سنجد و پودر کامل سنجد با افزایش درصد پودر سنجد حجم مخصوص کیک را افزایش داد این نتایج در جدول۲ آورده شد. کاهش ارتفاع کیک با افزایش مقدار آرد سنجد به اختلال در احتباس گاز توسط فیبرها و کاهش حجم در این کیک‌ها را به کاهش ظرفیت نگهداری گاز و کم شدن میزان انبساط خمیر در طی پخت نسبت داد. نتایج مشابهی در مطالعات ایوبی (۱۳۹۷) بر روی استفاده از آرد سنجد در کیک فنجانی به‌دست آمد.

بافت کیک

بافت مواد غذایی، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین خصوصیات کیفی محصول، نقش مهمی در پذیرش کلی توسط مصرف‌کنندگان دارد. نتایج تأثیر سطوح مختلف آرد سنجد بر میزان سفتی بافت کیک بدون گلوتن طی بازه زمانی ۱، ۷ و ۱۴ روز پس از پخت در شکل ۳ نشان داده شده است. با افزایش آرد سنجد سفتی نمونه‌ها افزایش یافت کمترین سفتی در بین تیمارها، متعلق به نمونه‌های حاوی آرد پوسته و گوشت سنجد، و بیشترین سفتی مربوط به نمونه‌های حاوی آرد هسته سنجد بود. در تمامی زمان‌های نگهداری کیک، با افزایش درصد آردهای سنجد میزان سفتی بافت افزایش یافت. در محصولات بدون گلوتن به‌دلیل عدم وجود شبکه گلوتنی مهاجرت رطوبت از مغز به پوسته کیک راحت‌تر است و علت اصلی سفت شدن بافت کیک را می‌توان در کریستال شدن اجزای نشاسته به‌ویژه آمیلوپکتین در طول دوره نگهداری کیک و مهاجرت رطوبت از مغز کیک به سمت پوسته کیک جستجو کرد. وطن‌دوست و همکاران (۱۳۹۴) نیز گزارش نمودند که افزودن پودر سنجد به نان همبرگر تا سطح ۱۰ درصد با کاهش سفتی و در سطوح بالاتر از ۱۰ درصد با افزایش سفتی همراه بود. نتایج پیوستگی بافت کیک در شکل ۴ آمده است. پیوستگی به میزان انعطاف‌پذیری بافت و برگشت آن به حالت اولیه بستگی دارد. پیوستگی در روز اول برای تیمارهای پوسته و گوشت و سنجد کامل با افزایش درصد آرد سنجد افزایش اما با افزایش درصد آرد هسته سنجد پیوستگی بافت کاهش یافت. در روز هفتم نیز تیمارهای پوسته و گوشت سنجد با افزایش درصد آرد سنجد افزایش پیوستگی را به همراه داشتند. تیمارهای سنجد کامل و هسته سنجد با افزایش درصد آرد، کاهش پیوستگی و در روز چهاردهم تیمارهای آرد سنجد با افزایش درصد آرد، کاهش پیوستگی را نشان دادند. طی فرآیند بیاتی،

مغز رطوبت از دست می‌دهد که نشان‌دهنده کاهش اتصال بین مواد است و این خود می‌تواند عاملی جهت کاهش پیوستگی بافت طی بیاتی باشد. معمولاً در محصولات فاقد گلوتن، به‌دلیل عدم وجود شبکه ویسکوالاستیک که قادر به حفظ حباب‌های هوا است، پیوستگی مطلوبی تشکیل نمی‌شود (کشاورزی‌پور و همکاران، ۱۳۹۷).

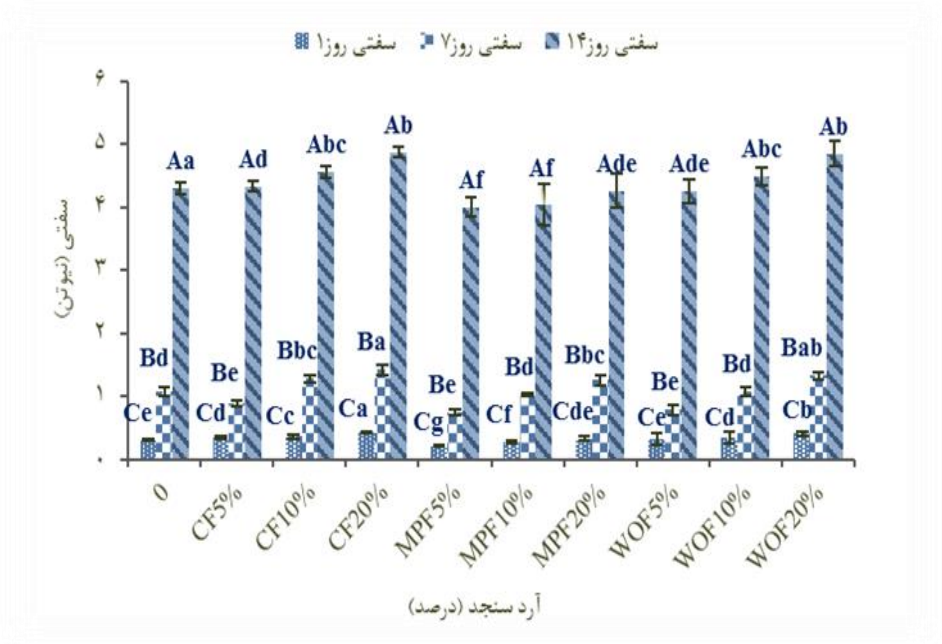
Sharoba و همکاران (۲۰۱۳) با افزودن ضایعات میوه و سبزیجات به‌عنوان منبع فیبر به کیک و بررسی ویژگی‌های آن، کاهش پیوستگی بافت کیک با افزودن میوه و سبزیجات را در تمامی تیمارها شاهد بودند که دلیل آن را به اضافه کردن فیبر نسبت دادند که موجب انسجام کیک شد.



شکل ۲- تأثیر سطوح و درصدهای مختلف آرد سنجد بر میزان حجم مخصوص کیک

حروف متفاوت از لحاظ آماری، بیانگر اختلاف معنی دار (p<۰/۰۵) هستند.

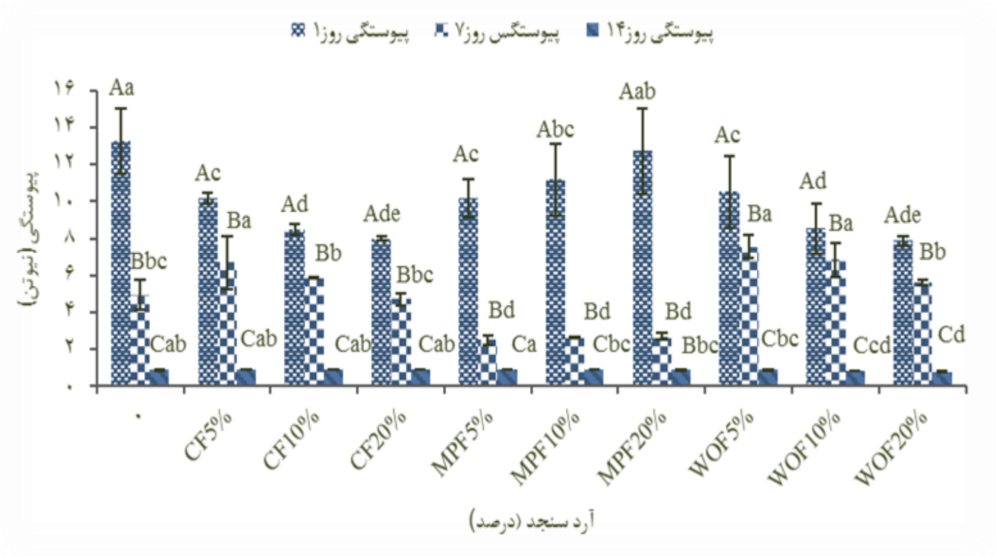
CF: آرد هسته سنجد MPF: آرد پوسته و گوشت سنجد WOF: آرد سنجد کامل



شکل ۳- تأثیر سطوح و درصدهای مختلف آرد سنجد بر سفتی بافت کیک در روزهای ۱، ۷ و ۱۴ روز پس از پخت

حروف بزرگ اختلاف معنی دار(p<۰/۰۵) در روزهای مختلف و حروف کوچک اختلاف معنی دار در یک روز را نشان می‌دهند.

CF: آرد هسته سنجد MPF: آرد پوسته و گوشت سنجد WOF: آرد سنجد کامل

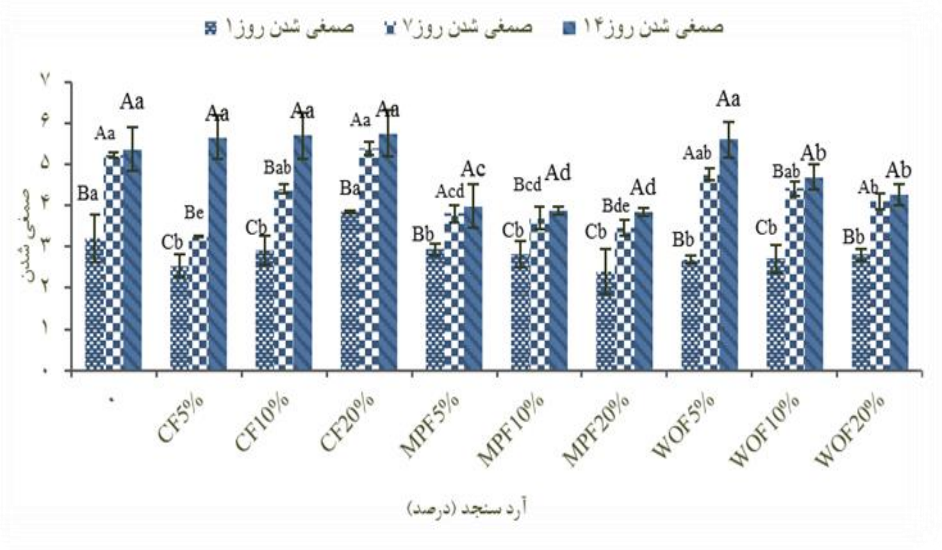


شکل ٤- تأثیر سطوح و درصدهای مختلف آرد سنجد بر پیوستگی بافت کیک در روزهای ۱، ۷ و ۱٤ روز پس از پخت

حروف بزرگ اختلاف معنی دار($p<۰/۰۵$) در روزهای مختلف و حروف کوچک اختلاف معنی دار در یک روز را نشان می‌دهند.

CF: آرد هسته سنجد   MPF: آرد پوسته و گوشت سنجد   WOF: آرد سنجد کامل

نتایج صمغی شدن بافت کیک در شکل ۵ آمده است. صمغی‌شدگی در روز اول، برای تیمارهای هسته سنجد و سنجد کامل، با افزایش درصد آرد افزایش یافت. برای تیمارهای پوسته و گوشت سنجد با افزایش درصد آرد، صمغی شدن کاهش را نشان داد. در روزهای هفتم و چهاردهم نیز تیمارهای پوسته و گوشت سنجد کامل کاهش صمغی شدن، و برای تیمارهای هسته سنجد افزایش صمغی شدن ایجاد شد. Kim و همکاران (۲۰۱۲) با افزودن پودر نوعی کاکتوس به کیک اسفنجی افزایش صمغی شدن بافت را مشاهده کردند که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد.



شکل ۵- تأثیر سطوح و درصدهای مختلف آرد سنجد بر صمغی شدن بافت کیک در روزهای ۱، ۷ و ۱٤ روز پس از پخت

حروف بزرگ اختلاف معنی دار($p<۰/۰۵$) در روزهای مختلف و حروف کوچک اختلاف معنی دار در یک روز را نشان می‌دهند.

CF: آرد هسته سنجد   MPF: آرد پوسته و گوشت سنجد   WOF: آرد سنجد کامل

رنگ کیک

رنگ‌سنجی نمونه‌ها در جدول ۵ آمده است. بر اساس نتایج، افزایش سطح پودر سنجد، باعث کاهش معنی‌دار روشنی پوسته کیک شد. تأثیر جایگزینی آرد ذرت با پودر سنجد، بر قرمزی سطح پوسته کیک نیز معنی‌دار بود در هر سه نوع آرد سنجد، با افزایش درصد آرد سنجد، میزان قرمزی نمونه‌ها افزایش یافت. استفاده از پودر سنجد، کاهش معنی‌دار زردی پوسته کیک را به دنبال داشت به‌طوری که بیشترین زردی در شاهد و کمترین زردی در تیمار ۲۰ درصد آرد هسته سنجد مشاهده شد.

جدول ۵- اثر آرد سنجد بر فاکتورهای رنگی پوسته کیک

تیمار	L*	a*	b*	BI
شاهد	۴۱/۰۹±۰/۶۴^{a}	۳/۸۳±۰/۵۱^{g}	۲۰/۵۱±۰/۴۱^{a}	۶۳/۶۸±۰/۶۹^{d}
CF٪۵	۳۵/۷±۰/۹۱^{b}	۶/۷۱±۰/۲۴^{de}	۱۶/۳۰±۰/۳۷^{c}	۷۳/۳۵±۰/۴۷^{c}
CF٪۱۰	۳۱/۲۹±۱/۲۴^{c}	۷/۶۸±۰/۴۶^{c}	۱۴/۷۴±۰/۵۰^{d}	۸۰/۱۳±۱/۳۱^{b}
CF٪۲۰	۲۳/۳۶±۱/۷۰^{f}	۹/۶۳±۰/۳۳^{a}	۱۰/۰۴±۰/۴۸^{g}	۸۶/۷۶±۱/۲۱^{a}
MPF٪۵	۳۹/۱۴±۲/۰۲^{a}	۴/۸۰±۰/۲۱^{f}	۱۷/۵۸±۰/۳۹^{b}	۶۵/۵۸±۰/۶۵^{d}
MPF٪۱۰	۳۴/۰۴±۲/۵۴^{b}	۵/۰۱±۰/۰۳^{f}	۱۷/۳۲±۰/۶۰^{bc}	۷۳/۳۵±۰/۴۳^{c}
MPF٪۲۰	۲۹/۵۱±۰/۳۹^{cd}	۶/۷۹±۰/۵۵^{de}	۱۲/۵۸±۰/۶۳^{e}	۷۶/۵۲±۰۰^{bc}
WOF٪۵	۲۸/۳۹±۰/۷۸^{de}	۶/۲۴±۰/۱۵^{e}	۱۴/۲۸±۰/۶۲^{d}	۷۳/۶۲±۰/۵۱^{c}
WOF٪۱۰	۲۷/۶۷±۰/۴۱^{de}	۷/۱۵±۰/۰۳^{cd}	۱۱/۳۷±۰/۷۰^{f}	۷۴/۸۲±۰/۴۳^{c}
WOF٪۲۰	۲۶/۶۹±۰/۲۱^{e}	۸/۴۳±۰/۳۹^{b}	۱۰/۱۰±۰/۳۷^{g}	۷۷/۵۲±۰/۲۴^{bc}

حروف متفاوت در هر ستون از لحاظ آماری، بیانگر اختلاف معنی دار ($p<۰/۰۵$) هستند.

CF: آرد هسته سنجد   MPF: آرد پوسته و گوشت سنجد   WOF: آرد سنجد کامل

جدول ٦- اثر آرد سنجد بر خصوصیات حسی کیک بدون گلوتن بر پایه آرد ذرت

تیمار	رنگ	بافت	عطر و بو	طعم و مزه	قابلیت جویدن	پذیرش کلی
شاهد	۳/۱۰±۱/۱۶^{b}	۳/۴۰±۰/۷۴^{b}	۴/۴۰±۱/۱۷^{a}	۳/۷۰±۰/۹۵^{a}	۴/۲۰±۰/۷۹^{a}	۳/۷۰±۰/۶۷^{a}
CF٪۵	۳/۱۰±۰/۸۹^{b}	۳/۴۰±۱/۰۷^{b}	۴/۲۰±۰/۹۲^{a}	۳/۰۵±۰/۷۶^{c}	۳/۵۰±۰/۷۱^{b}	۳/۰۵±۰/۷۷^{c}
CF٪۱۰	۳/۶۵±۱/۱۱^{a}	۳/۱۰±۰/۷۴^{c}	۴/۴۰±۰/۷^{a}	۲/۹۰±۰/۸۷^{c}	۳/۲۰±۰/۸۵^{a}	۳/۴۵±۰/۷۶^{b}
CF٪۲۰	۳/۷۵±۱/۱۸^{a}	۳/۰۰±۰/۵۲^{c}	۴/۳۰±۰/۸۵^{a}	۳/۰۵±۰/۶۴^{c}	۳/۰۰±۰/۹۴^{c}	۳/۱۷±۰/۸۷^{c}
MPF٪۵	۴/۱۰±۰/۷۴^{a}	۳/۸۰±۰/۸۴^{a}	۴/۵۰±۱/۰۱^{a}	۳/۶۰±۰/۷۹^{a}	۴/۱۰±۰/۹۲^{a}	۳/۸۰±۰/۶۷^{a}
MPF٪۱۰	۳/۹۰±۰/۸۹^{a}	۳/۴۰±۱/۰۳^{b}	۴/۴۵±۰/۶۸^{a}	۳/۵۵±۰/۹۲^{b}	۳/۵۰±۰/۹۷^{b}	۳/۳۵±۰/۷۶^{b}
MPF٪۲۰	۴/۵۰±۰/۵۷^{a}	۴/۱۵±۰/۷۳^{a}	۴/۵۵±۰/۹۲^{a}	۴/۲۰±۰/۶۹^{a}	۳/۸۰±۰/۹۱^{a}	۴/۲۰±۰/۴۷^{a}
WOF٪۵	۳/۹۰±۰/۹۵^{a}	۳/۹۵±۰/۷۴^{a}	۴/۶۰±۰/۸۴^{a}	۳/۴۰±۱/۰۷^{b}	۳/۷۰±۰/۶۴^{a}	۳/۵۵±۰/۷۱^{b}
WOF٪۱۰	۴/۰۵±۰/۷۲^{a}	۳/۴۰±۰/۹۹^{b}	۴/۴۰±۱/۰۷^{a}	۳/۷۰±۰/۷۵^{a}	۳/۴۰±۰/۸۴^{b}	۳/۰۰±۰/۹۳^{c}
WOF٪۲۰	۳/۲۰±۱/۰۵^{b}	۳/۶۰±۰/۸۴^{a}	۴/۳۰±۰/۹۵^{a}	۳/۵۰±۰/۸۷^{b}	۳/۱۵±۰/۷۶^{c}	۳/۵۰±۰/۷۵^{b}

حروف متفاوت در هر ستون از لحاظ آماری، بیانگر اختلاف معنی دار ($p<۰/۰۵$) هستند.

CF: آرد هسته سنجد   MPF: آرد پوسته و گوشت سنجد   WOF: آرد سنجد کامل

ارزیابی نتایج اندیس قهوه‌ای شدن نیز بر تأثیر معنی‌دار پودر سنجد بر این ویژگی دلالت داشت. اندیس قهوه ای شدن پوسته با افزایش سطح پودر سنجد در هر سه نوع آرد سنجد افزایش یافت. بیشترین اندیس قهوه‌ای شدن برای نمونه حاوی ۲۰درصد آرد هسته سنجد و کمترین مربوط به نمونه شاهد بود. می‌توان گفت که بیشترین روشنی و زردی در بین تمامی تیمارها بعد از نمونه شاهد برای نمونه پوسته و گوشت سنجد سپس برای سنجد کامل و در آخر برای هسته سنجد بود و برای قرمزی و اندیس قهوه‌ای شدن

نمونه‌های حاوی آرد هسته سنجد بیشترین قرمزی و اندیس قهوه‌ای شدن را نشان دادند. طی فرآیند پخت کیک، پوسته کیک آب خود را از دست داده و با افزایش دما، رنگ پوسته کیک به دلیل واکنش قهوه‌ای شدن میلارد و کاراملیزاسیون به تدریج قهوه‌ای می‌شود. دلیل این تغییر رنگ می‌تواند وجود مقادیر بالای قندهای مونوساکاریدی در پودر سنجد باشد که این امر سبب افزایش شدت واکنش میلارد و تیره‌تر شدن کیک گردد (ایوبی، ۱۳۹۷). تیرگی رنگ کیک، کلوچه و دونات با افزودن آرد سنجد در مطالعات Sahan و همکاران (۲۰۱۳)، ایوبی (۱۳۹۷) و مهربان سنگ آتش و همکاران (۱۳۹۲) نیز گزارش شد.

ارزیابی حسی

نتایج ارزیابی حسی نمونه‌های کیک در جدول ۶ آورده شده است. تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از ارزیابی حسی نشان داد که افزودن آرد سنجد بر میزان بافت و پذیرش کلی کیک اسفنجی، تفاوت معنی‌دار داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد نمونه حاوی ۲۰ درصد آرد پوسته و گوشت سنجد از لحاظ رنگ، طعم و قابلیت جویدن بیشترین امتیاز را در بین مصرف‌کنندگان داشت و نمونه حاوی ۵ درصد آرد پوسته و گوشت سنجد از لحاظ بافت، قابلیت جویدن و پذیرش کلی بیشترین امتیاز را کسب کرد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد با افزایش جایگزینی آرد سنجد امتیازدهی قابلیت جویدن کاهش یافت. از نظر رنگ و عطر نمونه‌ها با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نداشتند و از نظر طعم اختلاف بین نمونه‌ها معنی‌دار بود کمترین امتیاز را نمونه‌های حاوی آرد هسته سنجد کسب کردند.

نتیجه‌گیری

ارزش تغذیه‌ای نسبتاً پایین محصولات بدون گلوتن برای بیماران سلیاکی و سایر مصرف‌کنندگان این محصولات، محدودیت‌ها و مشکلات تهیه و دسترسی به محصولات بدون گلوتن، موجب شده متخصصین صنایع غذایی در جهت بهبود ارزش تغذیه‌ای، توسعه و عرضه محصولات بدون گلوتن تلاش کنند. با توجه به نتایج به‌دست آمده از این پژوهش، افزودن پودر سنجد به کیک بدون گلوتن سبب افزایش رطوبت، فیبر، مواد معدنی وکاهش حجم مخصوص نسبت به نمونه شاهد شد ($p<0/05$). افزودن آرد سنجد میزان روشنی پوسته کیک‌ها را کاهش و سبب تیره‌تر شدن پوسته کیک‌ها نسبت به نمونه شاهد شد ($p<0/05$). بیشترین سفتی در نمونه‌های حاوی آرد هسته سنجد دیده شد پیوستگی بافت نمونه‌ها نیز با افزودن آردهای سنجد کاهش یافت و کمترین پیوستگی در نمونه‌های آرد هسته سنجد دیده شد صمغی شدن بافت نیز با افزودن آردهای سنجد و با گذشت زمان نگهداری افزایش یافت. همچنین با توجه به نظرات ارزیاب‌ها می‌توان بیان داشت که آرد سنجد به‌عنوان یک ماده عملگرا به دلیل داشتن ویژگی‌های عملکردی و تغذیه‌ای مفید، می‌تواند به‌عنوان یک افزودنی طبیعی و یک ترکیب غنی‌کننده جهت بهبود کیفیت و ارزش تغذیه‌ای کیک، به فرمول این محصول اضافه گردد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان جهت حمایت مالی از این پژوهش، اعلام می‌دارند.

منابع

AACC International. 2000. Approved methods of the American Association of Cereal Chemists (9thed). St. Paul, MN, USA: American Association of Cereal Chemists.

AOAC. (2000). Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists.

Ayoubi, A. (2018). The Effect of Wheat Flour Replacement with Eleaagnus Angustifolia Powder on Quality Characteristics of Cupcake. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 13 (2), 79-88.

Barzagar, H. & Zangeneh, N. (2017). Investigation on production and evaluation of gluten free cake with rice flour and maize flour combination. *2nd Conference & Exhibition on Methods to Increase the Shelf-life of Food Products*.

Dadvar, P., Eatayesalehi, E. & Sheikholeslami, Z. (2018). Gluten free cake formulation and qualitative properties. *Journal of Food Science and Technology*, 10 (2): 57-70.

Drabińskaa, N., Ciskaa, E., Szmatowiczb, B. and Krupa. Kozaka, U. (2017). Broccoli by-products improve the nutraceutical potential of gluten-free mini sponge cakes. *Food Chemistry*. 267: 170-177.

Ghasemzadeh, S., Nasehi, B. & Noshad, M. (2018). Formulation Optimization of Gluten-free Bread based on Quinoa, Corn and Rice Flour. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 12 (1), 59-68.

Institute of Standards and Industrial Research of Iran 9266. Foods- Determination of Lead, Cadmium, Copper, Iron, and Zinc - Atomic absorption spectrophotometry.

Institute of Standards and Industrial Research of Iran 8652. Water quality- Determination of total calcium and magnesium by titration with EDTA.

Jogihalli, P. Singh, L. & Sharanagat, V.S. (2017). Effect of microwave roasting parameters on functional and antioxidant properties of chickpea (*Cicer arietinum*). *Food Science and Technology*. 79: 223-233.

Keshavarzipour, M., Abbasi, H. & Fazel, M. 2018. Investigation of the Effect of Guar and Xanthan Gum and Sodium Stearoyl Lactylate on Qualitative Properties of Gluten-Free Sponge Cake, Based on Maize Starch and Okara**.** *Food Technology and Nutrition.* 51 (2): 87-100.

Khaki Rizi, M. Eatayesalehi, E. Mosharaf, L. & Tajalli, F. (2013). Physiochemical compounds of oleaster (Elaeagnus angustifolia L.) For use in food industries. *Journal of Herbal Drugs*, 3 (1), 15-21.

Kim, J. H., Jung, L. H., Sun, L. H., Jeong, L. M., Young, I. J. and Joo, S. H. (2012). Physical and sensory characteristics of fiber-enriched sponge cakes made with Opuntia humifusa. *Food Science and Technology*. 47: 478-484.

Mehraban sangatash, M., Mohammadi sani, A. & Sarraf, M. (2013). Investigation of physico-chemical and organoleptic properties of donuts enriched with oleaster flour. *National Conference of Passive Defense In Agriculture*.

Namir, M., Abdul Rahman, S. & Mohamed Fawzy, R.H. 2015. Characterization and functionality of alcohol insoluble solids from tomato pomace as fat substitute in low fat cake. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 9(4), 557-563.

Nourmohammadi, E., Peighambardoust, S. H., Olad Ghaffari, A., Azadmard-Damirchi, S. & Hesari, J. (2011). Effect of sucrose replacement with polyols and aspartame on the characteristics of sponge cake. *Journal of Food Industry Research*, 21 (2), 155-165.

Ozturk, H.I., Aydına, S., Sozerib, D, Demircia, T, Sertc, D. & Akına, N. (2018). Fortification of set-type yoghurts with Elaeagnus angustifolia L. flours: Effects on physicochemical, textural, and microstructural characteristics. *Food Science and Technology*, 90, 620–626.

Saberi, M., Nateghi, L. & Eshaghi, M. R. (2017). Production of Gluten – free sponge cake by using mixture of chickpea flour, rice flour, Guar Gum and Xanthan Gum. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 71 (14), 95-109.

Sahan, Y. Gocmen, D. Cansev, A. Celik, G. Aydin, E. Dundar, A.N. Dulger, D. Kaplan, H.B. Kilci, A. & Gucer, S. (2015). Chemical and techno-functional properties of flours from peeled and unpeeled oleaster (Elaeagnus angustifolia L.). *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 88, 34 – 41.

Sahan, Y., Neslihan Dundar, A., Aydin, E., Kilci, A., Dulger, D. & Kaplan, F.B. (2013). Characteristics of cookies supplemented with Oleaster flour (*Elaeagnus angustifolia* L.). Physicochemical sensorial and textural properties. *Journal of Agricultural Science*, 5 (1), 160-168.

Sharma, P. and Gujral, H. S. 2011. Effect of sand roasting and microwave cooking on antioxidant activity of barley. *Food Research International*. 44 (1): 235-240.

Sharoba, A. M., Farrag, M. A. and Abd El-Salam, A. M. (2013). Utilization of some fruits and vegetables waste as a source ofdietary fiber and its effect on the cake making and its quality attributes. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*. 19 (4): 429-444.

Tavan, Z., Hojjati, M., Nasehi, B. & Jooyandeh, H. (2017). Effect of sesame meal and soluble soybean polysaccharide on properties of Barbary bread. *Iranian Journal of Biosystems Engineering*, 48 (2), 233-242.

Ullah Khan, S., Ullah Khan, A., Ali Shah, A.S., Majid Shah, S., Hussain, S., Ayaz, M., & Ayaz, A. (2013). Heavy metals content, phytochemical composition, antimicrobial and insecticidal evaluation of Elaeagnus angustifolia. *Toxicology and Industrial Health*, 32 (1), 154-161.

Vatandoust, S., Azizi, M. H., Hojjatoleslami, M., Molavi, H. & Raesi, Z. (2015). The effect of adding Eleaagnus angustifolia powder to quality characteristics of burger's bread. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 49 (12), 73-84.

Zare, Z., Nouri, L. & Fahimdanesh, M. (2017). Study of the Effect of Replacing Wheat Flour with Oleaster Flour on Physicochemical and Sensory Characteristics of Oily Cake. *Innovation in Food Science and Technology*, 8 (2), 55-63.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 17, No. 1, Apr. May. 2021, p. 69- 81

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۷، شماره ۱، فروردین-اردیبهشت ۱۴۰۰ ص.۸۱-۶۹

Effect of different fractions of oleaster (*Elaeagnus angustifolia*) flour on gluten free sponge cake propertie

N. Zangeneh[1], H. Barzegar[2*], M. A. Mehrnia[3], M. Noshad[3], M.Hojjati[2]

Received: 2019.11.15
Accepted: 2020.04.14

Introduction: Celiac is an autoimmune digestive disorder caused by the consumption of gluten and the only way of treatment is consuming gluten free diet. Cake fortification due to its high consumption is pursuing by the bakery industry and the application of dietary fibers is increasing due to its relation to human health.

In this research, the effect of adding different parts of oleaster (core powder, peel and flesh powder and whole powder) at different concentrations (5, 10 and 20%), on physicochemical and sensory properties of gluten free cakes were investigated. Flour structure, functional properties, unique taste, dietary fiber, minerals and phenolic content of oleaster has made it a good ingredient in bakery products, yoghurt, ice cream, baby foods, chocolate and cookies. Oleaster due to the high content of fiber and minerals could be used in preparing gluten free functional foods. Due to the high demand for gluten free products for celiac patients, our goal was formulation optimization of gluten free cake based on corn flour and oleaster.

Materials and methods: Corn flour (Tarkhineh, Tehran), sugar (Zarin Alborz), vanilla and baking powder (Bartar Co.), egg (Telavang), sunflower oil (Ladan) and oleaster were purchased from a local shop in Ahvaz. After cleaning and removing impurities of oleasters, peel, flesh and core were separated, grinded and passed through mesh no. 35. Samples were kept in plastic bags at room temperature. Corn flour was partially (5, 10 and 20%) substituted with Powder of core, peel, flesh and whole oleaster. Moisture, pH, fat, protein, fiber, specific volume, textural properties, color and sensory properties of cakes were determined. Data were analyzed using a completely randomized design in SPSS and graphs were plotted using Excel.

Results and discussion: Low nutritional value and low diversity of gluten free products are major problems for celiac patients. Food scientists are trying to increase the nutritional value of such products through the addition of functional ingredients. Results of the present research showed a significant effect of adding oleaster powder on the physicochemical and sensory properties of free gluten cake samples. By increasing oleaster powder, moisture content of cake samples was increased and the highest moisture content was seen in samples containing peel and flesh powder which is due to presence of hygroscopic constituents like fibers and sugars. The addition of oleaster powders was significantly increased ash of samples which is due to the higher mineral content of oleaster comparing to corn flour. Evaluation of the browning index showed a significant effect of oleaster powder. Crust browning index increased by increasing the powder level in all types of cake samples. The highest browning index was seen in samples containing 20% core powder and the lowest was in the control. The browning index increased because of a rising Maillard reaction due to the higher amount of monosaccharides in oleaster powder. By increasing oleaster powder, firmness of samples increased and the lowest and highest firmness was seen in samples containing peel and flesh and core powder respectively. During storage time, by rising oleaster powder level, firmness increased. A significant increase of firmness was due to decrement of volume and thickening air bubbles walls in cakes crumb. By increasing oleaster powder in cakes, fat and protein content decreased and fiber increased. The lowest fat content was seen in samples containing 20% core powder. Sensory evaluation of cakes approve that oleaster powder could be used as a functional ingredient in cake formulations due to its nutritional and functional properties.

Keywords: Celiac, Gluten free cake, Corn flour, Oleaster flour.

1- MSc. Student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Animal Science and Food Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.
2- Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Animal Science and Food Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.
3- Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Animal Science and Food Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.
(*Corresponding Author: hbarzegar@asnrukh.ac.ir)